



رسائل جغرافية

أثر الحرارة والمياه على الرواسب الكلسيّة في تربة المناطق الجافّة

دراسة تطبيقيّة على الرواسب الفيضيّة بوادي سمائل بسلطنة عُمان

د. محمود دياب راضي

ربيع الآخر ١٤١٣ هـ
اكتوبر ١٩٩٢ م

١٤٩

دورية علمية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

الاشتراكات

خارج الكويت	في الكويت
للمؤسسات ١٥ دينارا كويتيا (سنويا)	للمؤسسات ١٢ دينارا كويتيا (سنويا)
للأفراد ٧.٥ دينارا كويتيا (سنويا)	للأفراد ٦ دينارا كويتيا (سويا)

الجمعية الجغرافية الكويتية

ص.ب: ١٧٠٥١ الكويت الخالدية الرمز البريدي 72451

رسائل جغرافية
١٤٩

أثر الحرارة والمياه على الرواسب الكلسيّة في تربة المناطق الجافّة

دراسة تطبيقيّة على الرواسب الفيضيّة
بوادي سمائل بسلطنة عُمان

د. محمود دياب راضي

ربيع الآخر ١٤١٣ هـ
اكتوبر ١٩٩٢ م

بسم الله الرحمن الرحيم

أثر الحرارة والمياه على الرواسي الكلسيّة في تربة المناطق الجافّة

دراسة تطبيقيّة على الرواسي الفيضيّة بوادي سمائل بسلطنة عُمان

د. محمود دياب راضي

مقدمـــة

أجريت عدة دراسات على الرواسب الكلسية، وهي رواسب كربونات الكالسيوم التي تتكون في التربة الصخرية في المناطق الجافة وشبه الجافة، ومن بين هذه الدراسات تلك التي قام بها جيل Gile سنة ١٩٦٦م[1] خلال دراسته للتربة الصحراوية، ودراسات لاتمان Lattman سنة ١٩٨٣م[2] في دراساته الجيولوجية. كما أوردها ريفز Reeves سنة ١٩٧٦م[3] في دراساته عن جيومورفولوجية التعرية النهرية بالمناطق الجافة. ولكن القليل من هذه الدراسات هي التي إهتمت بعمليات التجوية على هذه الطبقة الكلسية، وهو ماسوف نناقشه في هذا البحث من خلال دراسة الرواسب الفيضية

(1) Gile, L.H. (1966), **Morphological Genetic Sequences of Carbonate Accumulation in Desert Soils,** Soil. Sci. 101, PP 347-360.

(2) Lattman, L.H. (1973), **Calcium Carbonate Cementation of Alluvial Fans in Southern Nevada,** Gol. Soc. of America Bull. V 84, PP 3013 - 3028.

(3) Reeves, C.C. Jr., (1976), **Caliche - Origin, Classification, Morphology, and Uses, Lubbaock, Texas,** Estacado Books. P. 233.

لوادي سمائل بأحباسه الوسطى عند بلدة «بدبد» التي تبعد نحو سبعين كيلو مترا إلى الجنوب الغربي من العاصمة مسقط بسلطنة عمان، وكذلك في دلتا الخوض (دلتا وادي سمائل) التي تبعد نحو خمسة عشرة كيلو مترا إلى الشمال الغربي من «مسقط».

وقد قامت مصلحة الأراضي بالولايات المتحدة بدراسة للتربة الكلسية في صحراء نيفادا سنة ١٩٦٧م[٤]، وقام لاتمان Lattman بدراسة أخرى لنفس الموقع - صحراء نيفادا - سنة ١٩٧٧م[٥] للتعرف على نوع التجوية التي تعمل على الطبقة الكلسية في هذه المنطقة.

ويتبع هذا البحث نفس المنهج الذي استخدمه لاتمان Lattman في دراسته للطبقة الكلسية بجنوب صحراء نيفادا ومصلحة الأراضي بالولايات المتحدة في نفس المنطقة.

والطبقة الكلسية لم تدرس دراسة خاصة، إلا بواسطة لاتمان Lattman سنة ١٩٧٧م. وكل ما نعرفه عن هذه الطبقة - في غير دراسة لاتمان - كان من خلال دراسات أخرى تناولت الجيولوجيا والتربة. ومن هذه الدراسات الجيولوجية تلك الدراسة الميدانية التي أجراها كلابا Klappa سنة ١٩٨٣م[٦]، وتوصل من خلالها إلى عدد من الخصائص التي تتميز بها الطبقة الكلسية وهي:

(4) Soil Survey Staff, (1967), **Supplement to Soil Classification System (7th Approximation):** Soil Cons. Service, U.S. Dept. of Agriculture, P. 207.

(5) Lattman, L.H., (1977), **Weathering of Caliche in Southern Nevada,** In Doehring, D.O. (ed.), Geomorphology in Arid Regions, A Gromorphology Symposium held at the State University of New York at Binghamton, September 23-24, 1977, P 221.

(6) Klappa, C.F., (1983), **A Processes-Response Model for the Formation of Pedogenic Calcretes,** In Wilson, Residual Deposits: Surface Related Weathering Processes and Materials, Published for the Geological Society of London, by Blackwell Scientific Publications, Oxford London Edinburgh, Boston Melborne, 1983, P. 221,

١ ــ تراكم كثير من كربونات الكالسيوم على السطح أو على عمق قليـل من سطح التربة.

٢ ــ أنها متجانسة ومستمرة (متصلة) وترى بالعين المجـردة على سـطح واسع يصل أحيانا إلى عدة كيلو مترات مربعة.

٣ ــ توجد في المناطق الجافة وشبه الجافة على حد سواء.

٤ ــ تظهر على سطوح مستقرة بمعدل إنحدار يبلغ نحو ١ : ٤٠.

٥ ــ تتفق مع التوزيعات الطبوغرافية الحالية، وليست مخلفات سطوح قديمة.

٦ ــ ليست مشتقة من مادة صخرية معينة.

٧ ــ تظهر في أي تكوينات من الصخور الرسوبية أو الرواسب الفيضية طالما سمحت الظروف بذلك.

٨ ــ تقل تكوينات كربونات الكالسيوم كلما اتجهنا نحو مزيد من العمق.

وبناء على هذه الخصائص فان تكوين الطبقة الكلسية يمكن أن يحدث خـلال تكوين الـتربة. فـالتربـة عادة تتكـون بتجـويـة القـاعـدة الصخـريـة (Brewer, 1964)[٧] وتغيير مكونـات المعدنيـة والكيميائيـة وهي التي تكون في النهـاية مـا يعرف بـاسم قطاع الـتربة Soil profile، وعليـه يمكن أن تتكـون طبقة في التربة تحتوي على كميات كبيرة من كربونات الكالسيوم تعرف باسم الـطبقة الكلسيـة أو التربـة الكلسيـة Pedocalcrete. ومن أهم مـايميـز هـذه الطبقة خلوهـا من المكونـات العضويـة بسبب وجودهـا تحت ظروف منـاخية جافة (Klappa, 1983)[٨].

---

(7) Brewer, R., (1964), **Fabrc and Mineral Analysis of Soils,** John Wiley, New York, P 470.

(8) Klappa, C.F., (1983), Opcite, P 220.

تعريف الطبقة

يستخدم اصطلاح «كاليتش Caliche» أو «كالكريت Calcrete»* في وصف رواسب نترات الصوديوم*، التي هي خليط من الأملاح ترسبت على سطح التربة الملحية بالمناطق الجافة القريبة من البحر. وهناك تعريفات أخرى منها ما هو شائع في المكسيك وجنوب غرب الولايات المتحدة في وصف الحصى والرمل أو الحطام الصخري بالصحاري Desert debris المتماسك مع بعضه بمواد لاحمة من كربونات الكالسيوم(*). كما يوجد تفسير آخر لهذا المصطلح بالولايات المتحدة، واستخدمته كثير من بلدان العالم، بأنه طبقة رقيقة في تربة طينية على شكل عروق بيضاء اللون نجدها في ضفاف الأنهار والأودية الجافة الوقتية الجريان وأحيانا الفصلية الجريان. ولكن كثيراً من الأبحاث وخاصة الجيولوجية تحدد معنى هذا الاصطلاح «Calcrete» بأنه يشير إلى طبقة تتكون من تراكم الحصى الدقيق الذي تقل فيه كربونات المغنسيا (Mg,0) وكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) كلما اتجهنا نحو مزيد من العمق من سطح التربة. وتكون هذه الطبقة قد تعرضت للتهوية Aeration والبخر الشديد للمياه الموجودة فيها، ثم تحدث عملية تحول المواد

(*) استخدم الباحث نفس النطق اللاتيني لكلمة «Calcrete»(وكتبت «كالكريت» وهي تعني ترسيبات كربونات الكالسيوم التي تصبح مادة لاحمة للرواسب الفيضية بعد تعرضها للبخر الشديد.

(*) نترات الصوديوم Na NO3 .(: وهي عبارة عن عناصر الصوديوم والنيتروجين والاكسوجين.

(*) كربونات الكالسيوم Ca CO3(وهي عبارة عن عناصر الكالسيوم والكربون والاكسوجين. وعادة ترتفع نسبة كربونات الكالسيوم في المناطق الداخلية، بينما ترتفع نسبة أملاح الصوديوم بالقرب من المناطق الساحلية «البلايا Playa » في الأقاليم الجافة وشبه الجافة.

الناعمة إلى مواد خشنة بعد تماسك ذراتها وتلاحمها بواسطة نترات الصوديوم $(NaNo_3)$ (Reeves, 1983)[٩].

أما اصطلاح «Peodiagensis» (ومعناه عمليات تكوين التربة) فقد قدمه موري وبراي Murray & Pray سنة ١٩٦٥م[١٠] على أنه عملية تكوين التربة (Peodgensis) والعمليات الأخرى (Diagnesis) التي تظهر في الرواسب الفيضية أو في الصخور الرسوبية في الفترة بين وقت الترسيب ووقت تحول هذه المواد إلى تربة ـ إذا حدث ذلك. والسبب في ضم عملية تكوين التربة Pedogensis مع عملية عدم نضج التربة (اذا جاز استخدام هذا التعريف) Diagnesis، هو أن الأولى بصفة عامة لاتتضمن عملية تصخر التربة، والثانية دائما تستبعد عملية تشكيل التربة وانضاجها، وتستبعد أيضا عمليات التجوية الكيميائية غير العضوية، كما يتضح ذلك في شكل رقم(١).

وفي المناطق الجافة تذوب كربونات الكالسيوم في الطبقة السطحية من التربة (A horizon) خلال فترة تساقط الأمطار وإعادة تغذيتها بالمياه. وبالتالي تحمل هذه الكربونات المذابة إلى أسفل لتستقر في الطبقة ب (B horizon) أو إلى الحد الذي يتوقف عنده تسرب المياه في مسام التربة. وفي هذه الحالة تكون كربونات الكالسيوم قد تسربت على شكل حبيبات بيضاء اللون (Crystalline) في الطبقة ب (B Horizon) وتسمى هذه العملية باسم عملية

---

(9) Reeves, C.C., (1983), **Pliocene Channel Calcrete and Suspenparalled Drainage in West Texas and New Mexico,** In Wilson, R.C.L. (ed.), (1983), Residual Deposits: Surface Related Wethering Processes and Materials, Published for the Geological Society of London, by Blackwell Scientific Publications Oxford London, Edinburgh, Boston, Melborne.

(10) Murray, R.C. and Pray, L.C., (1965), **Dolomitization and Limestone Diagensis and Introduction,** In Pray, L.C. & Murray, R.C. (eds.), Dolomitization and Limestone Diagensis - A Symposium, 1-2 Sept. Publs. Soc. Econ. - Paleont. Mineral, Tulsa, Okla.

«التكلس Calcification». وتأخذ ترسيبات كربونات الكالسيوم أشكالا متعددة في الطبقة ب (B horizon). فهي أما أن تكون على شكل حبيبات بيضاء اللون Crystalline تنتشر في الطبقة واما على شكل طبقة أو طبقات صلبة لونها يميل إلى درجات اللون الرمادي الفاتح (Strahler, 1984, P. 380)[١١].

أما إذا كان المناخ أشد جفافا فان ترسيبات كربونات الكالسيوم تكون على أعماق أكبر من الحالة السابقة، إذ يصل الترسيب إلى الطبقة حـ (C horizon) وهي التي تقع تحت التربة الناضجة أي تحت الطبقتين أ، ب من التربة معا (Solum). وفي هذه الحالة تكون هذه الرواسب الكلسية طبقة صلبة تشبه الحجر الكلسي، وهي التي تعرف بطبقة «الكالكريت Calcrete» أو «بتروكالسيك Petrocalcic»(شكل رقم ٢). وهكذا نلاحظ أن هذه العملية من العمليات الرئيسية بالمناخات الجافة. ففي المناطق المنخفضة والمستوية السطح والسيئة الصرف يكون استمرار عمليات البخر الشديد والمصحوبة بعملية تصاعد ماء التربة إلى السطح عن طريق الخاصة الشعرية، سببا في تكون طبقة رقيقة حاملة للمياه بالقرب من السطح تمد عملية البخر بالمياه وبالتالي تترسب فيها الأملاح المذابة، وتسمى هذه العملية باسم «تملح السطح Salinization». والطبقة الغنية بهده الأملاح تسمى بالطبقة الملحية Solic horizon، ويمكن التعرف عليها بوضوح على سطح البلايا Playa أو في الترابات الفيضية تحت الطبقة السطحية (A horizon) (شكل رقم٢). وهذه الطبقة يصل سمكها إلى حوالي ستة بوصات غنية بالأملاح وتصبح فيها بعد شديدة الضرر على النبات[١٢]. وعندما تظهر عملية تملح التربة في المناخات

---

(11) Strahler, A.N. and Strahler, A.H., (1984), **Elements of Physical Geography,** John Wiley & Sons, New York, 3rd Edition, P 380.

(12) Soile Survey Staff, (1967), **Supplement to Soil Classification System (7th Approximation),** Soil Cons. Service, U S Dept. of Agriculture, P 207.

الجافة خاصة بعد عملية الري تزداد التربة سوءاً وتصبح غير صالحة للزراعة. وباختصار يتضح أن الميزان المائي في التربة وكذلك درجة الحرارة هما العاملان الأساسيان في تكوين التربة وسيادة أي من عمليات التجوية الكيميائية (التحلل والاذابة) أو التجوية الميكانيكية وهذا ما يناقشه هذا البحث.

وبناء على ما تقدم فان ترسيب كربونات الكالسيوم في التربة يحدث خلال عدة مراحل تبدأ منذ المرحلة الأولى في تكوين التربة، ويتطور إلى أن يصبح حجمه لايقل عن ١٥٪ من حجم قطاع التربة.

وهذه الطبقة دائما ما تكون لينة أو هشة Punky - وفي مرحلة متأخرة، إذا كانت كربونات الكالسيوم مستمرة أو متصلة Continous في التربة، فإنها تتصلب وتتحدد معالمها وتعرف على أنها الطبقة ك (K horizon)[١٣]. (Gill et al, 1965). وإذا لم تذب في المياه وتصبح غير منفذة للماء تسمى طبقة «الحجر الكلسي» (Petrocalcic horizon). وهذه الطبقة دائما ما تتعرض لعمليات التجوية المختلفة سواء منها الكيميائية أو الميكانيكية وهو مايوضحه هذا البحث (Lattman & Simonbery, 1971)[١٤].

---

(13) Gile, L.H., Peterson, F.F. and Grossman, R. B., (1965), **The K Horizon: A Master Soil Horizon of Carbonate Accomulation,** Soil Sci., V. 99, PP 74-82.

(14) Lattman, L.H., and Simonberg, E.M., (1971), **Case - Hardening of Carbonate Alluvium & Colluvium, Spring Mountains, Nevada,** Jour. Sed. Petrology, V. 41, No. 1, PP 274-281.

المشاهدات الحقلية وتحليل الخريطة الجيولوجية

يقع وادي سمائل في جنوب ساحل الباطنة (الواقع في الجزء الشمالي من سلطنة عمان)، إذ تبعد أحباسه الوسطى نحو ٧٠ كيلو متر جنوب غرب العاصمة «مسقط». وهذه الأحباس الوسطى، عند التقاء الوادي بطريق «ازكى» (شكل رقم ٣ أ،ب) تتميز بابتعاد جوانب الوادي تاركة مصطبة نهرية يصل أقصى إرتفاع لها نحو مترين أثناء انحدارها صوب المجرى. وتبعد دلتا الخوض (دلتا وادي سمائل) نحو خمسة عشرة كيلو مترا نحو الشمال الغربي من العاصمة «مسقط»، وتتميز رواسبها بأن معظمها تم ترسيبه في الزمن الرابع عندما كان المناخ أكثر رطوبة ويحمل الوادي كميات كبيرة من الرواسب كون بها هذه الدلتا المروحية. وبتعرض هذه الرواسب للبخر الشديد في ظل ظروف المناخ الحالي ترسبت كميات كبيرة من الأملاح على السطح أصبحت فيها بعد مواد لاحمة لهذه الرواسب.

ففي القطاع الاوسط من الوادي تتكون رواسب المصطبة من حصى وجلاميد رواسب رملية دقيقة. وتظهر في واجهة المصطبة طبقتان واضحتان من الرواسب، الطبقة العليا هي رواسب فيضية قديمة ورواسبها خشنة تشبه رواسب المصطبة في الجانب المقابل. أما الطبقة السفلى فهي رواسب فيضية أحدث من الطبقة الأولى (العليا) ورواسبها ناعمة من الطفل والرمل، ويختلط بها حصى صغير الحجم. هذه الرواسب الفيضية هي من ترسيبات الزمن الثالث Cainozoic الزمن الرابع Quaternary، ويرجع تاريخ ترسيبها

إلى الفترة من أواسط الميوسين إلى الهولوسين (Whitmatsh etal, 1974, Stal-der, 1975, Durant & Tozi, 1977)[١٥].

وتظهر الرواسب الفيضية القديمة (Qgx)* في هذه المنطقة عند بلدة «بدبد» على أسطح مرتفعة عن الرواسب الفيضية الحديثة التي تفترش أرض الوادي. وهي في نفس الوقت توجد مدفونة تحت الرواسب الفيضية الأحدث منها مباشرة (سطح المصطبة) (شكل رقم ٢)*. وتتكون هذه الرواسب القديمة من الكنجلومرات مع خليط من الطمي والرمل. ويعكس سطحها المتآكل أحد احتمالين، اما شدة عمليات التجوية عليها أو نقلها بالمياه في الوادي ونحت وتفتيت أجزائها Corrosion. وتشكل هذه الرواسب الفيضية القديمة مجموعة من المراوح الفيضية على طول سلسلة جبل «نخل» وكذلك جبل «الحجر الشرقي» على كلا جانبي وادي «سمائل» وتغطي تحتها الأشكال الناتجة عن الحركات التكتونية بالوادي. وعلى ذلك فكل الانحدارات السفلى (أقدام الجبال) لسلسلة الجبال التي تحدد جانبي الوادي عبارة عن ركامات صخرية تجمعت من الانهيارات الصخرية من واجهة تلك السلاسل الجبلية.

---

(15) - Whitmarsh, R.B. et al, (1974), **Site 223, Initial Report Deep Sea Drilling Project,** Vol. 23, P. 291-382, Sultanate of Oman, Ministry of Petrolium.
- Stalder, P.S. (1975), **Cementation of Pliocene - Quaternary Fluviated Clastic Deposits in and along the Oman Mountains,** Geol. Mint. Vol. 54, N 3-4, P. 148-156.
- Duranate, S., and Tozi, M.,, (1977), **The Aceramic Shell Middens of Ra'as al Hamra: A Preliminary Note:** Jour., Oman Stud., Vol. 3, P. 2, P. 137-162.
- Sultanate of Oman, Ministry of Petroleum and Minerals, Directorate General of Minerals, **Geological Map of Fanjah sheet NF 40-3F Scale 1:00,000** Explanatory Notes, by Villey L., Metour, J.L.E., and Gramont, X.D.E., (1986), Bureau de Recherches Geologiques et Minieres B.P. 6005 - 45060 Orleans Cedax 2 Franc.

(*) رموز مستخدمة على الخريطة الجيولوجية للتمييز بين أنواع الصخور. وهي تشير إلى الزمن الذي ترسبت أو تكونت فيه هذه الصخور، واسم المنطقة التي تنتمي إليها، وكذلك الاسم اللاتيني للصخر.

* (Qgx): Ancient Alluvial Fans, Terraces.
* (Qgy): Sub-Recent Alluvial Fans, Terraces.

وتبدو طبقة الكالكريت Calcrete*(e) في هذه الرواسب الفيضية القديمة (Qcx, Qgx)* وقد تماسكت والتحمت ذراتها نتيجة حركة الكربونات إلى أسفل بعد عملية الترسيب مباشرة، فهذه الكربونات قد اشتقت من الحجر الجيري Limestone والصخور النارية Ultramafic rocks الموجودة بالمنطقة (غطاء سمائل من الافيوليت) أو من الركامات الصخرية والاحجار والشظايا التي إنفصلت من واجهة الجبل وزحفت إلى قاعدته Clasts، ثم نشطت بعد ذلك عملية التحلل بالماء Hydrolysis. والنتيجة هي تكوين قشرة متماسكة تحل محل المواد المفككة وتصبح في النهاية احدى تكوينات المنطقة. ويظهر بالمنطقة كذلك رواسب الترافرتين Travertins(*) وهي قد تكونت من عملية التحلل أيضا، ولكن على الرواسب الكلسية التي سبق أن تحللت بالماء وترسبت عند مخارج العيون المتفجرة بالمنطقة، خاصة عند أقدام جبل «نخل»، وقد خرجت من هذه العيون شعاب ضيقة عميقة مقطعها العرضي على شكل حرف «V» (شكل رقم ٤ أ، ب) وروافد أكبر حجما وضحلة مقطعها العرضي على شكل حرف «U» تصب في وادي سمائل.

وترقد فوق الرواسب الفيضية القديمة التي أشرنا إليها طبقة أحدث (Qgy)، وهي مجموعة رواسب المراوح الفيضية والمصاطب النهرية في هذا

---

* (Qcy-z): Active or Sub-recent Slope Deposits, Scree.
* (Qcx): Slope Deposits; Talus.
* (e): Calcret.
* (Tr): Travertine.

(*) هي كربونات الكالسيوم (Ca CO3) وهي دائما فاتحة اللون ومتحجرة وصلبة، ترسبت عن طريق عملية الاذابة للرواسب الكلسية بواسطة المياه بعد تساقط الأمطار أو عند مخارج العيون. وهي منفذة للماء عن طريق فجوات تشبه الأوعية وتعرف باسم الأحجار الكلسية المسامية (Calcareous Tufa).

القطاع، ولكن هذه الرواسب أكثر تصنيفا من الرواسب السابقة ألذكر (الأقدم)، فهي تتدرج في أحجام جزيئاتها من الحجر الطمي Sihstone إلى الكنجلومرات Conglomrate. ويعكس هذا التنوع في الأحجام والتدرج في ترسيب مكوناتها تطرفا في فصلية المطر وارتفاعا كبيرا في درجة الحرارة، لذلك نجد أن تكلس الطبقة السطحية لهذه الرواسب يكون أضعف وبالتالي لاتوجد طبقة الكالكريت Calcrete.

وبالنسبة للرواسب الفيضية الحديثة فهي تفترش أرض المجرى وتعكس الفترة الجافة الحالية، وتشير إلى أن الوادي قد شق مجراه الحالي في الرواسب الفيضية القديمة التي ترسبت في أواسط الميوسين وهي الفترة التي أمتلأت فيها الفجوات والانكسارات الكبيرة بالرواسب. وتظهر هذه المواد التي ترسبت من قبل على السطوح الشديدة الانحدار المطلة على المجرى مباشرة، وقد عملت الشعاب والروافد المنحدرة من الجبال على تقطيعها وتعميقها لأكثر من ثلاثين مترا.

أما الرواسب الفيضية في دلتا الخوض (دلتا وادي سمائل) يمكن تصنيفها على أسس ثلاثة: الأساس الأول هو طول المسافة التي قطعتها هذه الرواسب في نقلها من مصدرها بالمناطق الداخلية إلى مكان ارسابها في الدلتا المروحية. والأساس الثاني هو نوع الصخور التي أشتقت منه هذه الرواسب الفيضية، ثم الأساس الثالث وهو مقدار إنحدار سطح هذه الرواسب ومقدار صلابتها (تحجرها) منذ ارسابها بالدلتا المروحية. فالرواسب القديمة يظهر مكشفها بصورة متقطعة على سطح الدلتا المروحية على الرغم من أنها طبوغرافيا في مستوى أعلى من الرواسب الفيضية الأحدث (شكل رقم٥). وتتكون هذه الرواسب من الكنجلومرات المخلوط بالرمل الناعم والطمي،

وهذا يعكس طول المسافة التي قطعتها هذه الرواسب في نقلها من مصدرها (غطاء سمائل من الافيوليت)، وتعكس أيضا شدة عمليات التجوية التي عملت عليها قبل نقلها. ولقد تعرضت هذه الرواسب الفيضية القديمة لعمليات تكلس وترسيب كربونات الكالسيوم والذي مصدره الحجر الجيري في أقليم الدلتا، بالإضافة إلى كربونات الكالسيوم التي هي أحد عناصر تكوين الكنجلومرات. ولقد نتج عن عمليات التحلل بالماء ثم تخفيض منسوب الماء الجوفي بالمروحة تكوين طبقة صلبة من الكالكريت أصبحت جزءاً من تكوينات الرواسب الفيضية بالمروحة (شكل رقم٥).

العلاقة بين الحرارة والمياه في الطبقة الكلسية

أوضح كلابا (Klappa) سنة ١٩٨٣[١٦] ميكانيكية ترسيب كربونات الكالسيوم في التربة وعلاقة الحرارة والماء في الطبقة الكلسية من خلال سرده للتفاعلات الكيميائية لعناصر الغلاف الغازي (ثاني أكسيد الكربون والأكسوجين) والهيدروجين العنصر الأساسي في تكوين الماء. والتفاعلات التي تتضمن ثاني أكسيد الكربون والهدرجين (CO_2-H_2) وكربونات الكالسيون ($CaCO_3$) يمكن تلخيصها بالمعادلة العامة التالية:

ثاني أكسيد الكربون + ماء+ كربونات الكالسيوم ⇄ بيكربونات الكالسيوم

$$CO_2 + H_2O + \rightleftarrows Ca^{2+} + 2HCO^{-}_{3}$$

فذوبان كربونات الكالسيوم في الماء يتأثر بخمسة عوامل مستقلة هي:

١ ـ يقل ذوبان كربونات الكالسيوم (أيون الكالسيوم وأيون الكربونات) **بارتفاع درجة الحرارة**.

٢ ـ يزداد ذوبان كربونات الكالسيون بإضافة **أملاح تفتقد إلى الأيونات العامة**.

٣ ـ يقل ذوبان كربونات الكالسيوم بإضافة **أملاح لها أيونات عامة**.

٤ ـ يقل ذوبان كربونات الكالسيوم بزيادة **الحموضة في التربة (HP)**.

٥ ـ يزداد ذوبان كربونات الكالسيوم بارتفاع **الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون**.

---

(16) Klappa, C.F., (1983), Opcite, P. 215.

ولقد وضع كلابا Klappa خمسة معادلات توضح العلاقة (التفاعلات) بين كربونات الكالسيوم وهذه العوامل الخمسة، وهي على النحو التالي:

١ ـ التفاعل مع الماء (التيمؤ):

ثاني أكسيد الكربون + ماء ⇄ حمض الكربونيك

$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$

٢ ـ تفكك حمض الكربونيك:

حمض الكربونيك ⇄ هيدروجين + ايونات بيكربونات

$H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ \; HCO_3^-$

٣ ـ اتحاد ايونات الهيدروجين وأيونات الكربونيك:

أيون هيدروجين + أيون كربونات ⇄ أيون البيكربونات

$H^+ + CO_3^{2-} \rightleftarrows HCO_3^-$

٤ ـ اذابة كربونات الكالسيوم:

أيون الهيدروجين + كربونات الكالسيوم ⇄ أيون الكالسيوم + أيون البيكربونات

$H^+ + CaCO_3^- \rightleftarrows Ca^{2+} + HCO_3^-$

٥ ـ التحلل الأيوني للماء:

ماء ⇄ أيون هيدروجين + أيون هيدروكسيل

$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$

والتفاعلات السابقة كلها منعكسة*، فاذا تحركت التفاعلات في (٢)،

(*) تعني كلمة «منعكسة» أن التفاعلات التي في الطرف الأيمن من المعادلة تؤدي إلى مكونات الطرف الأيسر منها، وأن التفاعلات التي في الطرف الأيسر من المعادلة تؤدي إلى مكونات الطرف الأيمن منها، وهذا يعني التوازن، فاذا حدث وأن زاد أو نقص حجم مكونات أي من أطراف المعادلة فان الطرف الآخر يتحرك الية ليعوض هذا الخلل كي يحقق التوازن وهذا مايحدث دائما في الطبيعة.

(٤) إلى اليمين فان كلا من ثاني أكسيد الكربون وكربونات الكالسيوم يتم تحللهما. وإذا أزيل ثاني أكسيد الكربون نتيجة للتمثيل الضوئي للنبات فإن كربونات الكالسيوم تترسب، كما يمكن فقد ثاني أكسيد الكربون نتيجة للمحاليل التي تتفاعل مع الهواء تحت ضغط جزئي منخفض لثاني أكسيد الكربون. وبالمثل فإن إزالة الماء نتيجة للتبخر فان ذلك يؤدي إلى ترسيب كربونات الكالسيوم.

يتضح من التفاعلات السابقة التي أوردها كلابا (Klappa) أن درجة الحرارة العالية وارتفاع معدلات التبخر لهما أكبر الأثر على ترسيبات كربونات الكالسيوم، وهذه هي طبيعة المناخ في المناطق الجافة وشبه الجافة. ولهذا نجد أن تكوينات كربونات الكالسيوم (طبقة الكالكريت) تنتشر بهذه المناطق. ففي قطاع وادي سمائل بالأحباس الوسطى عند بلدة «بدبد» توجد مصطبة نهرية على ارتفاع مترين تقريبا كما أشرنا من قبل. وتحتوي هذه المصطبة على قطاع واضح من طبقة الكالكريت Calcrete (شكل رقم ٢ب) تماسكت والتحمت ذراتها بواسطة كربونات الكالسيوم التي اشتقت من الحجر الجيري وغطاء سمائل من الأفيوليت مذابا في الماء الذي يتسرب من الشقوق والفواصل في جبل نخل. ويعلو هذه الطبقة الرواسب الفيضية الأحدث من طبقة الكالكريت وهي تمثل سطح المصطبة الحالي (شكل رقم٦) وتراكم فوق سطح المصطبة رواسب يصل سمكها نحو عشرة سنتيمترات من الحصى والرمل الناعم والطمي. وتنتشر على السطح أيضا قطع صخرية من البازالت ذات اللون الأسود جرفتها السيول من غطاء سمائل من الأفيوليت.

وتشير تقارير مؤسسة الفاو الدولية من واقع مسوحات التربة التي

تجريها في الاراضي العمانية[17] أن طبقة الكالكريت توجد بصفة عامة تحت سطح المصاطب النهرية القديمة للأودية الذي ينحدر سطحها بنسبة تتراوح بين ١٪ و٣٪، ويتميز سطحها بالخشونة وسمكها اكثر من خمسة وعشرين سنتيمترا (أنظر شكل رقم ٥، ٦)، وتتكون من الرواسب الفيضية المشتقة من الحجر الجيري والانهيارات الأرضية للطبقة المجواه من الصخور النارية. كما أن تصريفها جيدا ولاتغمر أبدا بالفيضان (السيول) نظراً لارتفاع المصطبة عن مستوى السهل الفيضي الحالي (قاع مجرى الوادي الذي يتميز باتساع مقطعه العرضي في هذه الأحباس). وإذا سقطت عليها الأمطار فان الجريان السطحي عليها، يكون بطيئاً نظراً لقلة إنحدارها نسبيا وخشونة السطح. كما أن تشبعها بالماء ضعيف جدا وفي معظم الأحيان تكون جافة. ودرجة قوامها وهي مبتلة بعد تساقط الأمطار عليها ضعيفة ومفككة، وفي حالة ما تكون جافة (معظم أيام السنة) تكون صلبة ومتماسكة. وتتركز فيها نسبة عالية من كربونات الكالسيوم، وحالة نسيج طبقاتها مفككة على السطح ثم متحجرة في الأسفل، وعليه فقد صنفتها مؤسسة الفاو على أنها طبقة من الحجر الجبسي Petrogypsom (شكل رقم ٧).

ولقد قام الباحث باجراء تجربة على سطح الرواسب الفيضية في دلتا الخوض، قيست فيها درجات الحرارة على أعماق مختلفة يومي ١، ٢ مايو ١٩٨٩م في دلتا الخوض (دلتا وادي سمائل) ويومي ٣، ٤ مايو من نفس العام في القطاع الاوسط للوادي. ورشت المياه على سطح مساحته متر مربع واحد في فترة الظهيرة لمعرفة طبيعة العلاقة بين الماء ودرجة الحرارة في هذه

---

(17) **Soil Survey and Land Classification, Oman 1871011, Sur Area, 25th of March 1990, Map No. NF 40-8F.**

الطبقة، وعلاقة ذلك بعمليات التجوية التي تعمل على هـذه الطبقـة (شكل رقم ٨).

ولقد استخدمت في التجربة خمسة ترمومترات لقياس درجات الحـرارة في طبقة الكالكريت، وضع أحـداها عـلى السطح في الجـانب الجنوبي لأحـد القـطع الصخريـة الكبيرة والتي ينتشر أعـداد منهـا عـلى السـطح. والأربعـة الأخرى على أعماق مختلفة ٢، ٤، ٦، ٨ سنتيمترا من سطح الأرض، عـلى أن يكـون الترمـومتر الـذي على عمق ٨ سم فـوق سطح طبقـة الكالكـريت نفسها. ولقد أخذت القراءات كل نصف ساعة لكل من الخمسة ترمومترات في آن واحد، وعلى مدى الأربع وعشرين ساعة كما يتضح ذلك من (جدول رقم ١ وشكل رقم ٩). وفي تمام الساعة الواحدة ظهرا (الساعة ١٣ر٠٠).تم رش سطح الأرض على مساحة واحد متر مربع بكمية من الماء حـوالي لترين ولمدة عشر دقائق، وفي نفس الـوقت كان يتم تسجيـل القراءات كـل نصف ساعة. ويتضـح من شكل رقم(٩) أنـه عند شروق الشمس كـانت قراءات الـترمومـترات التي على أعـماق ٦، ٨ سم تسجـل درجـات حـرارة أدفأ من الـترمومـترات التي على أعـماق ٢، ٤ سم بما في ذلـك الترمـومـتر الـذي عـلى السـطح بجوار القـطع الصخـريـة. وفي حـوالي السـاعـة العـاشرة والنصف (الساعة ١٠ر٣٠) ارتفعت درجة حرارة الترمومترات السطحية وبسرعة كبـيرة حتى وصلت درجـة الحرارة أقصـاها في السـاعـة الـواحـدة ظهـرا (السـاعـة ١٣ر٠٠) حـوالي ٦٢ درجة مئـوية واستمـرت عند نفس درجـة الحرارة حتى السـاعة الخـامسة بعـد الظهـر (الساعـة ١٧ر٠٠). بينما كـانت الترمـومترات العميقة تتأخـر في تسجيل ارتفـاع درجة الحـرارة بنفس معدل ارتفـاع درجة حرارة الترمـومترات السـطحية، حيث وصلت إلى ٥٥ درجـة مئويـة فقط في تمـام الساعـة الـرابعـة بعـد الـظهـر (الـساعـة ١٦ر٠٠). وقـد بـدأت كـل

الترمومترات تسجل انخفاضا في درجات الحرارة في حوالي الساعة الخامسة بعد الظهر (الساعة ١٧٫٠٠)، وعند الساعة السادسة مساءاً (الساعة ١٨٫٠٠) سجلت الترمومترات السطحية درجات حرارة منخفضة عن الترمومترات السفلى. ولقد لوحظ أيضا أن الترمومتر السطحي، بجوار القطعة الصخرية، وكذلك الترمومتر الذي على عمق ٢ سم ظلا يسجلان نفس درجة الحرارة طوال الفترة الحارة جدا من النهار (من الساعة الثالثة إلى الساعة الخامسة بعد الظهر). ولكن الترمومتر الذي على عمق ٤ سم سجل درجة حرارة أقل من الترمومترات السطحية بحوالي خمسة درجات مئوية.

ولقد تسبب تسرب المياه في أعماق التربة في ارتفاع حادة في درجة الحرارة بمقدار ثماني درجات مئوية في المستويين ٤، ٦ سم، ولم يتأثر الترمومتر الذي على عمق ٨ سم. ولقد تبع ذلك مباشرة إنخفاض حاد في درجة الحرارة وصل الى ١٢ دجة مئوية بالنسبة للترمومترات ٤، ٦، ٨ سم. وفي الساعة الثانية بعد الظهر (الساعة ١٤٫٠٠)، أي بعد ساعة من رش المياه على سطح الأرض، عادت درجات الحرارة بالنسبة لكل الترمومترات إلى نفس المستوى الذي كانت عليه مباشرة قبل رش المياه على السطح. ولقد تبين أيضا أن المياه في تسربها إلى أسفل لم تصل إلى طبقة الكالكريت (Cal-crete) نظراً لتبخرها بسرعة. ولوحظ كذلك أن المدى الحراري بين أقل درجة حرارة وأكبر درجة حرارة كان حوالي خمسة عشرة درجة مئوية (من ٤٤ إلى ٦٠ درجة مئوية) وبالذات بالنسبة لتسجيلات الترمومتر الذي على عمق ٦سم. كما تبين أن القراءات في اليوم التالي من بدء التجربة كانت في نفس المستوى تقريبا، ولم يطرأ أي ارتفاع أو انخفاض حاد (كانت الفروق في القراءات لاتتعدى درجتين مئويتين) على الرغم من ظهور بعض السحب التي حجبت أشعة الشمس لمدة ساعة تقريبا وقت الظهيرة، وعلى الرغم

أيضا أن كمية المياه التي تم رشها على السطح قد زيدت الى حوالي خمسة لترات بدلا من لترين كل دقيقة ولمدة خمس دقائق متصلة.

ولقد لوحظ من هذه التجربة أن طبقة الكالكريت Calcrete لاتتعرض إطلاقا لعملية التحلل بالماء Hydrolesis اذا ما كانت مغطاة بطبقة رقيقة من الرواسب السطحية وغير منفذة للماء، ونتج عن ذلك ترسيب كربونات الكالسيوم على السطح. ولقد تبين أيضا من التجربة أن البخر له أثر فعال ومباشر بسبب إرتفاع درجة الحرارة على ترسيب كربونات الكالسيوم في التربة بسبب تسرب المياه من سطح الأرض الساخن إلى أعماق التربة الأقل نسبيا في درجة الحرارة، وبالتالي تحتفظ التربة بداخلها بكربونات الكالسيوم في صورة بيكربونات الكالسيوم ($Ca(HCO_3)_2$) [١٨] (Lattman, 1977). وعندما يبرد السطح بعد رش المياه عليه يتسبب البخر في أن تحتفظ التربة بمزيد من بيكربونات الكالسيوم وبالتالي تكون كمية المياه اللازمة لعملية التحلل Hydrolesis غير كافية. ولكي تتم عملية التحلل كاملة فانه يتطلب مزيدا من تساقط الأمطار وتتبلل التربة السطحية فوق الطبقة الكلسية جيدا، بالاضافة إلى جريانا سطحيا لهذه المياه باتجاه الانحدار العام للسطح لازالة كربونات الكالسيوم أولا بأول. بينما قلة التساقط خاصة أثناء شهور الصيف تتسبب ببساطة في الحركة الموضعية واعادة ترسيب كربونات الكالسيوم على سطح التربة.

---

(18) Lattman, L.H. (1977), Opcite, P. 221.

تجربة الطبقة الكلسية الصلبة
(الحجر الكلسي)

يتعرض الحجر الكلسي Petrocalcic للتكسير والتحطيم عندما يظهر مكشفه على السطح وتعمل عمليات التجوية الميكانيكية عليه. والناتج عبارة عن حطام صخري (شكل رقم ١٠) ذي حواف حادة تتراوح أحجامه من بضعة ملليمترات إلى عشرين سنتيمترا (طول المحور). ولايظهر على هذا الحطام الصخري الذي ينتشر على السطح أية دلالة على عمليات التجوية الكيميائية (الاذابة)، بل هو عبارة عن حطام صخري يفترش سطح طبقة الحجر الكلسي Petrocalcic. وهو من المعتقد أن توالي عمليات تكاثف وتجمد قطرات الندى في الفراغات البينية ثم اذابة هذه القطرات المتجمدة Freeze & Thow هو السبب الرئيسي في عملية التكسير والتحطيم لهذه الطبقة. وتشير البيانات المناخية لمنطقة «سمائل» إلى أن فترة تساقط الأمطار من ديسمبر إلى أبريل هي نفس الفترة التي تتذبذب فيها درجة الحرارة حول درجة التجمد لأكثر من ثلاثين مرة على الأقل (المديرية العامة للطيران المدني والارصاد الجوية)[١٩] فالمطر الشتوي المصحوب بكثرة عمليات التجمد والاذابة يعتبر العامل الأساسي في تفتيت هذه الطبقة، ويفسر ذلك وجود كميات كبيرة من الركامات الصخرية (الدبش) على السطح. كما أن تفاوت سمك هذا الركام الصخري على سطح الحجر الكلسي يرجع إلى التفاوت في مسامية القشرة السطحية الراقدة عليه، ويؤكد أن عملية التحلل بالماء

(١٩) المديرية العامة للطيران المدني والأرصاد الجوية، (قسم المناخ) متوسطات الحرارة والرطوبة في الفترة ١٩٦٥ ـ ١٩٨١.

نكاد تكون منعدمة. وبالإضافة إلى ذلك فان المسامية العالية للركامات الصخرية السطحية تجعل هذه الطبقة الكلسية أكثر مقاومة للتعرية وتتركز فيها كربونات الكالسيوم ثم ماتلبث أن تتصلب نظراً للبخر الشديد وهو ما أوضحته التجربة.

أما الطبقة الكلسية اللينة التي تعلو الطبقة الكلسية المتحجرة أو تعتبر جزءاً منها، والتي تتكون من الحصى والرمل الخشن المتماسك بمواد لاحمة بالإضافة إلى قليل من الطمي والرمل الناعم الذي يفترش سطحها، فإنها تعكس عملية الإذابة المحدودة التي تحدث في فترة وجيزة أثناء تساقط الأمطار عليها في فصل الشتاء الذي يتميز بانخفاض الحرارة بالتالي يقل معدل البخر. وتظهر عملية الاذابة المحدودة بصورة واضحة على القطع الصخرية البازالتية (شكل رقم ١١) المنتشرة على السطح. وتبدو أيضا من المظهر المتآكل للسطح والذي يظهر أحيانا على شكل طبقات مختلفة الصلابة (شكل رقم ١٢). إلا أنه ما تلبث هذه الطبقة أن تغطي بطبقة لاحمة من كربونات الكالسيوم وتسمى هذه العملية باسم تصلب الرواسب Case Hardening الناتجة عن شدة البخر وعملية الاذابة المحدودة.

الخاتمـــة

ان تجـوية الحجـر الكلسي في المنـاطق الجـافـة، مثـل القـطاع الأوسط لوادي «سمائل» ليست نتيجة عمليـة تليين للصخـور. فالـطبقات الصلبـة في المناخات الجافة تتكسر ميكانيكيا نـظرا لارتفاع وانخفـاض درجات الحـرارة، والناتج عبارة عن حطام صخري هو نفسه شديد المقاومـة لعمليات التجـويه المختلفة ويغطي التلال المنعزلة والمصاطب النهـرية التي تتكـون من الرواسب الفيضية القديمة والتي تنتشر في المناطق الجافة (Leopold et al, 1964)[٢٠] أمـا الطبقات الكلسية اللينة فتتعرض لعمليات الاذابة ولكنها أيضا تتصلب وينتج عنهـا سطوح صخـرية صلبـة. ونتيجة لعمليـات التصلب المختلفة والمتتـابعة وتعرضها لعمليـات تكسير نـظراً للتفاوت الكبـير في درجات الحـرارة يتكون على السطح فتـات صخري يصـل سمكه عـلى الأقل إلى عشرة سنتيمـترات (شكل رقم ١٠). وتحت هذا الفتات الصخري يوجد الحجـر الكلسي ويظل كما هو دون تغيير إلا اذا تغير المناخ وأصبح أكثر رطوبـة ليزيـل هذه الـطبقة بواسطة عملية الاذابة (شكل رقم ١٢).

أما الرواسب الفيضية في الدلتا المروحية بالوادي فقد عمل البخر على تقلص الشقوق والفراغـات البينية فيهـا، حيث أن البخر السريـع والشديـد والذي يصحبه ابتلال التربة، من تساقط الأمـطار عليها أو من غمـرها بميـاه الفيضان، هو السبب في ترسيب حبيبات الملح وبسط طبقات الكالسيوم على السطح. فبعد ابتلال التربة مباشرة تظهر الشقـوق والفراغـات الغير منتـظمة

(20) **Leopold, Luna, Wolman, Gordon, Miller, John, (1964), Fluvial Processes in Geomorphology,** John Wiley, San Francisco, P. 40.

ويصبح سطح طبقة الكالكريت منفذا للماء بدرجة كبيرة من خلال هذه الشقوق، كما تترسب على السطح ذرات الملح الدقيقة الحجم. وبزيادة الجفاف وارتفاع معدلات البخر تتماسك هذه الذرات وتصبح مادة لاحمة لرواسب الحصى والطمي الذي تتكون منه المروحة الفيضية. ويتميز مناخ المنطقة اليوم بارتفاع درجات الحرارة المصحوب بارتفاع معدلات البخر وهو يختلف بالتأكيد عن المناخ الذي كان رطبا في الزمن الرابع، وهو الزمن الذي تنسب اليه معظم هذه الرواسب الفيضية. فالملاحظات الحقلية ونتائج التجربة تشير إلى أن عامل البخر وحده هو المسؤول عن تكوين التربة الكلسية في الدلتا المروحية لوادي سمائل وتتفق هذه النتائج مع تصنيف التربة الذي أجرى بواسطة مؤسسة الفاو في مايو ١٩٨٩ (شكل رقم ١٣).

المراجع

Brewer, R., (1964), **Fabric and Mineral Analysis of Soils,** John Wiley, New York, PP. 470.

Durnate, S., and Tozi, M., (1977), **The Aceramic Shell Middens of Ra'as al Hamra: A Preliminary Note:** Jour., Oman Stud., Vol. 3, P. 2, P. 137-162.

Gile, L. H. (1966), **Morphological Genetic Sequences of Carbonate Accumulation in Desert Soils.** Soil Sci. 101, 347-60.

Gile L.H., Peterson, F.F. & Grossman, R.B., (1965), **The K Horizon: A Master Soil Horizon of Carbonate Accumulation:** Soil Sci., V. 99, P. 74-82.

Klappa, C. F., (1983), **A Process-response model for the Formation of Pedogenic Calcretes,** in Wilson, R. C. L. (ed.), Residual Deposits: Surface Related Weathering Processes and Materials, published for the Geological Society of London, by Blackwell Scientific Publications, Oxford London Edinburgh, Boston Melborne, 1983, p. 211.

Lattman, L.H., and Simonberg, E.M., (1971), **Case-hardening of Carbonate Alluvium & Colluvium, Spring Mountains, Nevada:** Jour. Sed. Petrology, V. 41, No. 1, P. 274-281.

Lattman, L. H., (1973), **Calcium Carboante Cementation of Alluvial Fans in Southern Nevada,** Gol. Soc. America Bull., V. 84, P. 3013-3028.

Lattman, L.H., (1977), **Weathering of Caliche in Southern Nevada,** in Doehring, D.O. (ed.), Geomorphology in Arid Regions, A. Proceeding Volume of the Eighth Annual Geomorphology Symposium held at the State University of New York at Binghamton, September 23-24, 1977, P. 221.

Leopold, Luna, Wolman, Gordon, and Miller, John, (1964), **Fluvial Processes in Geomorphology,** John Wiley, San Francisco, P. 40

Murray, R. C. and Pray, L. C., (1965), **Dolomitization and Limestone Diagnesis - and Introduction.** In Pray, L.C. & Murray, R. C., (eds.), Dolomitization and Limestone Diagnesis - A Symposium, 1-2 Spec. Publs. Soc. Econ. - Paleont. Mineral, Tulsa, 13, Oklahoma, U.S.A.

Reeves, C. C., Jr., (1976), **Caliche-Origin, Classification, Morphology and Uses,** Lubbock, Texas, Estacado Books, p. 233.

Reeves, C. C., (1983), **Pliocene Channel Calcrete and Suspenparalled Drainage in West Texas and New Mexico,** in Wilson, R. C. L. (ed.), (1983), Residual Deposits: Surface Related Weathering Processes and Materials, Published for the Geological Society of London, by Blackwell Scientific Publications Oxford London Edinburgh, Boston Melborne.

Soil Survey Staff, (1967), **Supplement to Soil Classification System (7th Approximation):** Soil Cons. Service, U.S. Dept. Agriculture, P. 207.

Soil Survey Staff, (1967), **Supplement to Soil Classification System** (7th Approximation) Soil Cons. Service, U.S. Dept. Agriculture, P. 207.

Soil Survey and Land Classification, OMAN 1871011, Sur Area, 25th of March 1990, Map. No. NF40-8F.

Stalder, P. S., (1975), **Cementation of Pliocene-Quaternary Fluviated Clastic Deposits in and along the Oman Mountains,** Geol. Minit. Vol. 54, n 3-4, P. 148-156.

Strahler, A.N. & Strahler, A. H., (1984), **Elements of Physical Geography,** John Wiley & Sons, New York, 3rd Edition, P. 380.

Sultanate of Oman, Ministry of Petroleum and Minerals, Directorate General of Minerals, **Geological Map of Fanjah Sheet NF 40-3F Scale 1:100,000, Explanatory Notes,** by Villey L., and Metour, J.L.E., and Gramont, X.D.E., (1986), Bureau de Recherches Geologiques et Minieres B.P. 6005-45060 Orleans Cedax 2 France.

Whitmarsh, R. B. et al, (1974), **Site 223, Initial Report Deep Sea Drilling Project** Vol. 23, P. 291-382, Sultanate of Oman, Ministry of Petroleum.

جدول رقم (١)
درجات الحرارة لطبقة الكالكريت
في الرواسب الفيضية بوادي سمائل
(على مدى أربع وعشرين ساعة)

قراءات الترمومترات الخمسة

الوقت	عمق ٢ سم	السطح	عمق ٤ سم	عمق ٦ سم	عمق ٨ سم	ملاحـــظات
٠٠ر٥ص	٠ر٢٥	٥ر٢٥	٠ر٢٨	٠ر٢٩	٠ر٣٠	درجات الحرارة سجلت
٥٠ر٥	٥ر٢٥	٥ر٢٥	٠ر٢٨	٥ر٢٧	٠ر٢٩	من الموقع الثاني في
٠٠ر٦	٣ر٢٥	٠ر٢٨	٥ر٢٧	٠ر٢٧	٠ر٢٨	القطاع الأوسط للوادي
٥٠ر٦	٠ر٢٥	٠ر٢٦	٠ر٢٦	٠ر٢٩	٠ر٢٧	في يــومي ٣، ٤ مــايــو
٠٠ر٧	٠ر٢٤	٥ر٢٣	٠ر٢٨	٠ر٣٠	٥ر٢٧	١٩٨٩
٥٠ر٧	٠ر٢٥	٠ر٢٤	٠ر٢٩	٥ر٢٩	٠ر٢٨	
٠٠ر٨	٠ر٣١	٥ر٣١	٥ر٢٨	٥ر٣٠	٠ر٢٩	
٥٠ر٨	٠ر٤٠	٠ر٣٩	٠ر٣١	٠ر٣١	٥ر٢٩	
٠٠ر٩	٠ر٤٢	٥ر٤٠	٠ر٣٢	٥ر٣٠	٠ر٣٠	
٥٠ر٩	٠ر٤٥	٥ر٤٣	٠ر٣٥	٥ر٣١	٥ر٣٠	
٠٠ر١٠	٠ر٤٨	٥ر٤٧	٠ر٣٦	٠ر٣٢	٠ر٣١	
٥٠ر١٠	٠ر٥٠	٠ر٥٠	٠ر٣٧	٠ر٣٦	٠ر٣٢	
٠٠ر١١	٠ر٤٧	٠ر٤٩	٥ر٤٢	٥ر٣٣	٠ر٣٥	
٥٠ر١١	٠ر٤٢	٠ر٤٥	٠ر٣٢	٥ر٢٧	٠ر٢٥	
٠٠ر١٢ظ	٥ر٤٨	٠ر٤٦	٠ر٥٠	٠ر٤٦	٠ر٥٠	

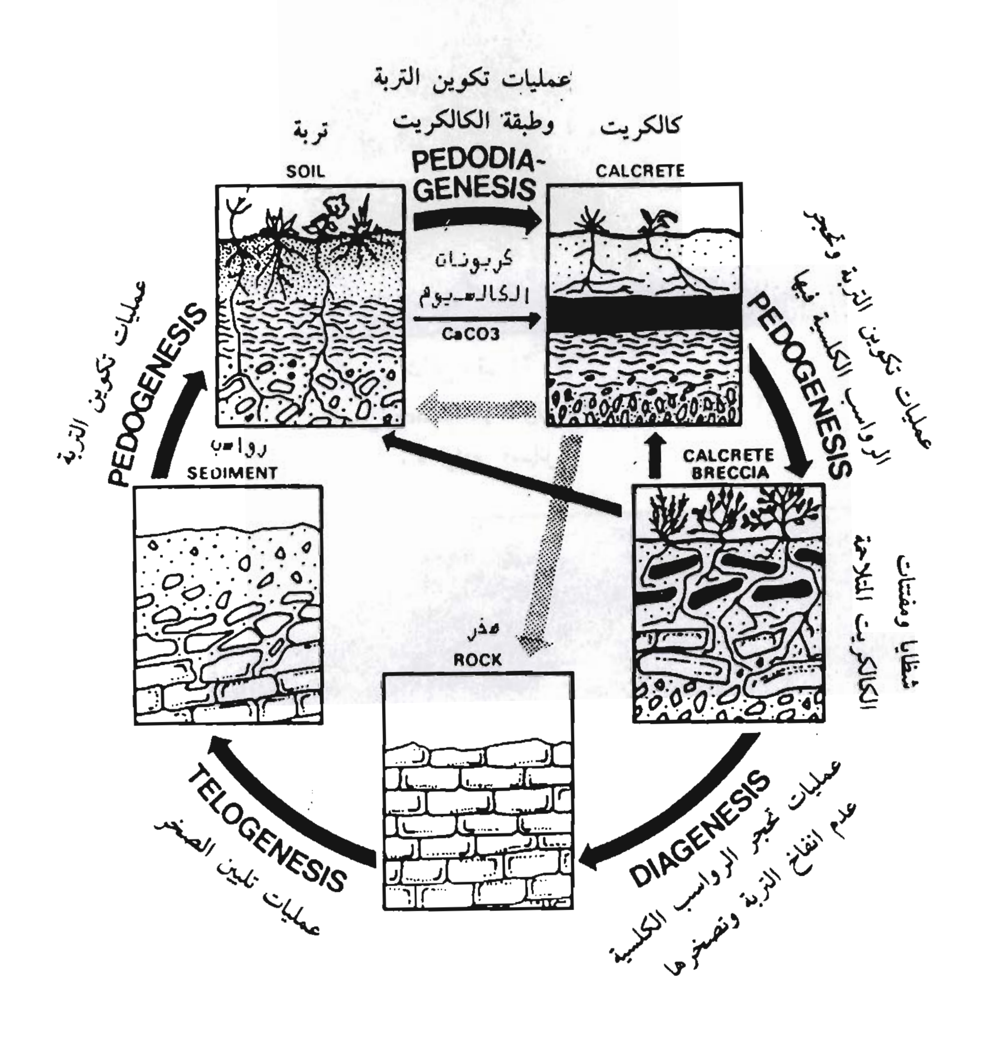
تابع جدول رقم (١)

الوقت	عمق ٢سم	السطح	عمق ٤سم	عمق ٦سم	عمق ٨سم	ملاحظـــات
١٢ر٥٠	٥٨ر٠	٥٧ر٥	٥١ر٠	٤٦ر٥	٥٠ر٥	
١٣ر٠٠	٦١ر٥	٦٠ر٠	٥٠ر٥	٤٥ر٠	٤٩ر٠	
١٣ر٥٠	٦٢ر٠	٦٠ر٥	٥٠ر٥	٤٥ر٥	٥٠ر٠	
١٤ر٠٠	٦١ر٠	٥٨ر٠	٥١ر٠	٤٥ر٥	٥١ر٠	
١٤ر٥٠	٦٠ر٠	٥٧ر٠	٥٢ر٠	٤٦ر٠	٤٨ر٠	
١٥ر٠٠	٦١ر٥	٦٠ر٠	٤٧ر٥	٥١ر٠	٤٩ر٠	
١٥ر٥٠	٥٦ر٠	٥٨ر٥	٤٥ر٠	٥٢ر٥	٤٧ر٠	
١٦ر٠٠	٥١ر٠	٥٥ر٠	٤٦ر٠	٥١ر٠	٤٦ر٠	
١٦ر٥٠	٤٨ر٠	٤٩ر٠	٤٥ر٠	٤٨ر٠	٤٦ر٥	
١٧ر٠٠	٤٢ر٠	٤٣ر٠	٤٦ر٥	٤٣ر٥	٤٥ر٠	
١٧ر٥٠	٤١ر٥	٤٢ر٠	٤٤ر٥	٤٤ر٥	٤٤ر٠	
١٨ر٠٠م	٣٩ر٠	٣٩ر٥	٤١ر٥	٤٣ر٥	٤٣ر٠	
١٨ر٥٠	٣٦ر٠	٣٢ر٥	٣٩ر٥	٤٢ر٥	٤٣ر٥	غروب الشمس
١٩ر٠٠	٣٦ر٥	٣٢ر٥	٣٨ر٠	٤٢ر٠	٤٢ر٥	
١٩ر٥٠	٣٥ر٠	٣١ر٠	٣٦ر٥	٣٩ر٥	٤٢ر٥	
٢٠ر٠٠	٣٤ر٠	٢٨ر٥	٣٥ر٥	٣٧ر٠	٤١ر٥	
٢٠ر٥٠	٣٤ر٥	٢٩ر٠	٣٥ر٠	٣٦ر٠	٤١ر٠	
٢١ر٠٠	٣١ر٠	٢٧ر٥	٣١ر٥	٣٦ر٥	٤٠ر٥	
٢١ر٥٠	٢٨ر٠	٢٦ر٥	٢٩ر٠	٣٦ر٥	٣٩ر٠	
٢٢ر٠٠	٢٧ر٠	٢٥ر٥	٢٨ر٥	٣٥ر٥	٣٩ر٥	
٢٢ر٥٠	٢٦ر٥	٢٥ر٠	٢٦ر٠	٣٥ر٠	٣٩ر٥	

تابع جدول رقم(١)

لوقت	عمق ٢ سم	السطح	عمق ٤ سم	عمق ٦ سم	عمق ٨ سم	ملاحـــظات
٢٣٫٠٠	٢٥٫٥	٢٣٫٠	٢٥٫٠	٣٦٫٠	٣٨٫٠	
٢٣٫٥٠	٢٤٫٠	٢٢٫٥	٢٥٫٥	٣٤٫٠	٣٨٫٠	
١٫٠٠ ٢٤م	٢٣٫٠	٢٢٫٠	٢٤٫٠	٣٤٫٠	٣٧٫٥	منتصف الليل
٢٤٫٥٠	٢١٫٩	٢١٫٨	٢٣٫٠	٣٣٫٠	٣٧٫٥	
٢٥٫٠٠	٢٢٫٠	١٩٫٥	٢٣٫٥	٣٢٫٥	٣٧٫٠	
٢٥٫٥٠	٢٠٫٣	١٨٫٠	٢٣٫٠	٣٠٫٠	٣٦٫٠	
٢٦٫٠٠	٢٠٫٠	١٧٫٥	٢٢٫٠	٢٩٫٠	٣٥٫٥	
٢٦٫٥٠	١٩٫٥	١٧٫٠	٢٢٫٥	٢٨٫٥	٣٤٫٠	
٢٧٫٠٠	١٩٫١	١٦٫٥	٢١٫٥	٢٦٫٥	٣٣٫٥	
٢٧٫٥٠	١٨٫٥	١٦٫٥	٢١٫٠	٢٥٫٥	٣٢٫٠	
٢٨٫٠٠	١٨٫٠	١٥٫٠	٢٠٫٥	٢٦٫٥	٣٢٫٥	
٢٨٫٥٠	١٧٫١	١٤٫٥	٢٠٫٠	٢٥٫٠	٣١٫٥	
٢٩٫٠٠	١٧٫٠	١٤٫٥	١٩٫٥	٢٤٫٥	٣٠٫٥	
٢٩٫٥٠	١٦٫٦	١٤٫٠	٢١٫٠	٢٣٫٥	٢٩٫٠	
٠٠ر٣٠ص	١٦٫٠	١٣٫٥	٢٠٫٥	٢٦٫٥	٢٩٫٥	شروق الشمس
٣٠٫٥٠	١٥٫٦	١٣٫٠	٢٠٫٠	٢٥٫٠	٢٩٫٠	
٣١٫٠٠	١٥٫٩	١٢٫٩	١٩٫٥	٢٤٫٥	٢٨٫٠	
٣١٫٥٠	١٥٫٠	١٢٫٠	١٩٫٠	٢٣٫٥	٢٨٫٥	
٣٢٫٠٠	١٤٫٨	١٢٫٠	١٩٫٥	٢٢٫٥	٢٧٫٠	

الاشكال والرسوم التوضيحية



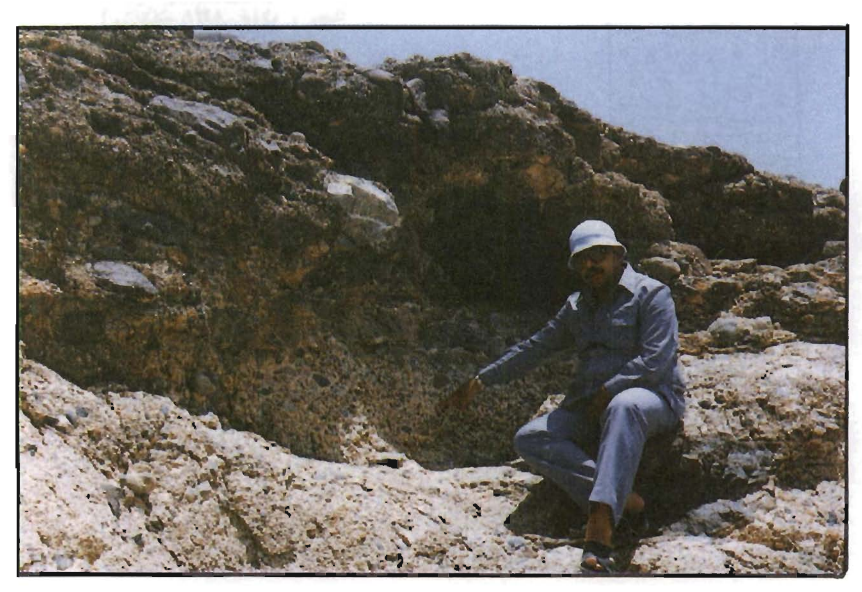
شكل رقم (١) دورة تكوين التربة وطبقة الكالكريت.

المصدر : Klappa, C. F. (1983), Fig. 1P.212



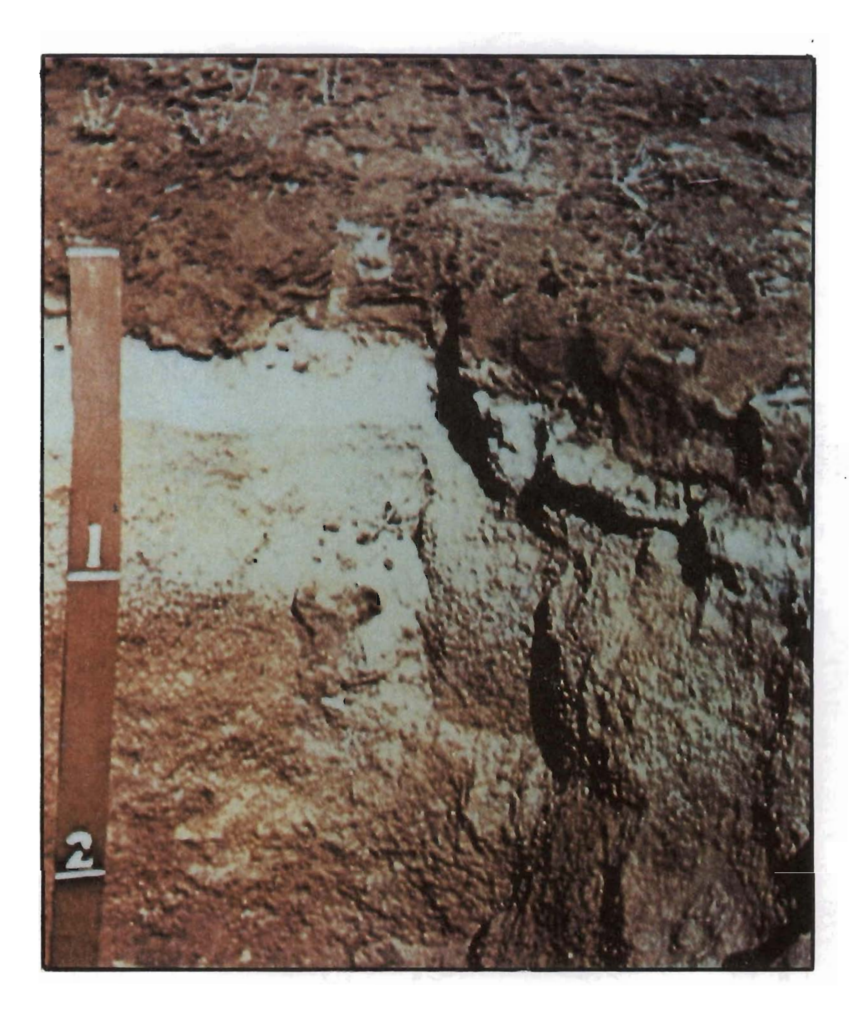
شكل رقم (٢ أ)

طبقة «الحجر الكلسي petrocalcic تكون الطبقة جـ (C horizon) الصورة في الدلتا المروحية لوادي «سمائل».



شكل رقم (٢ ب)

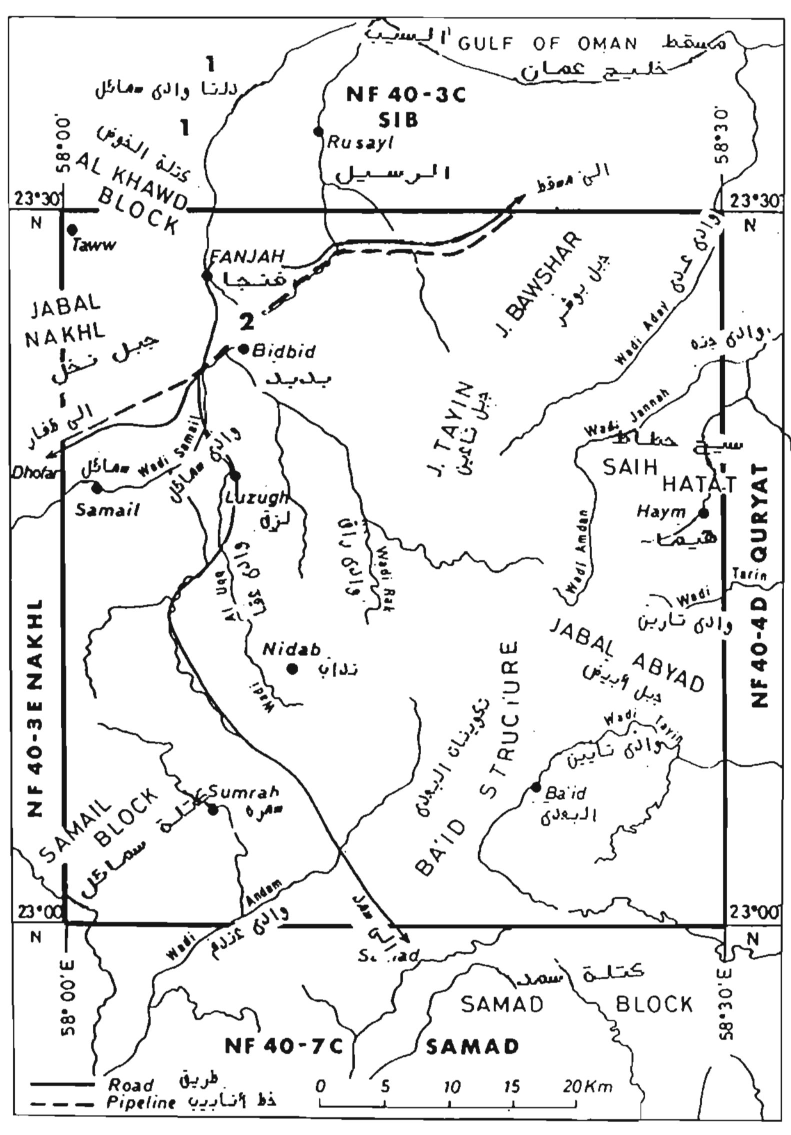
طبقة «الكالكريت Calcrete» توجد تحت الرواسب السطحية للمصطبة الأحدث منها مباشرة، في القطاع الأوسط لوادي سمائل عند «بدبد».



شكل رقم (٢ جـ)

الطبقة الكلسية تظهر بيضاء اللون في الصورة قريبة من السطح، في الـتربات الجـافة (صحـراء نيفادا)، يصل سمكها نحو عشرة سنتيمترات، هذه الصورة للمقارنة بمنطقة الدراسة

المصدر : Steahler, A. N. (1984), P.396 Fig. 20.15



شكل رقم (٣) خريطة الموقع

١ - الموقع الأول «دلتا وادي سمائل».

٢ - الموقع الثاني «الأحباس الوسطى لوادي سمائل».

Geological Map of Fanjah, Sheet Nf 40-3F, 1:00,000, Explanatory Notes (1986), P.8, المصدر :
Sultanate of Oman Ministry of Petroleum& Minerals.



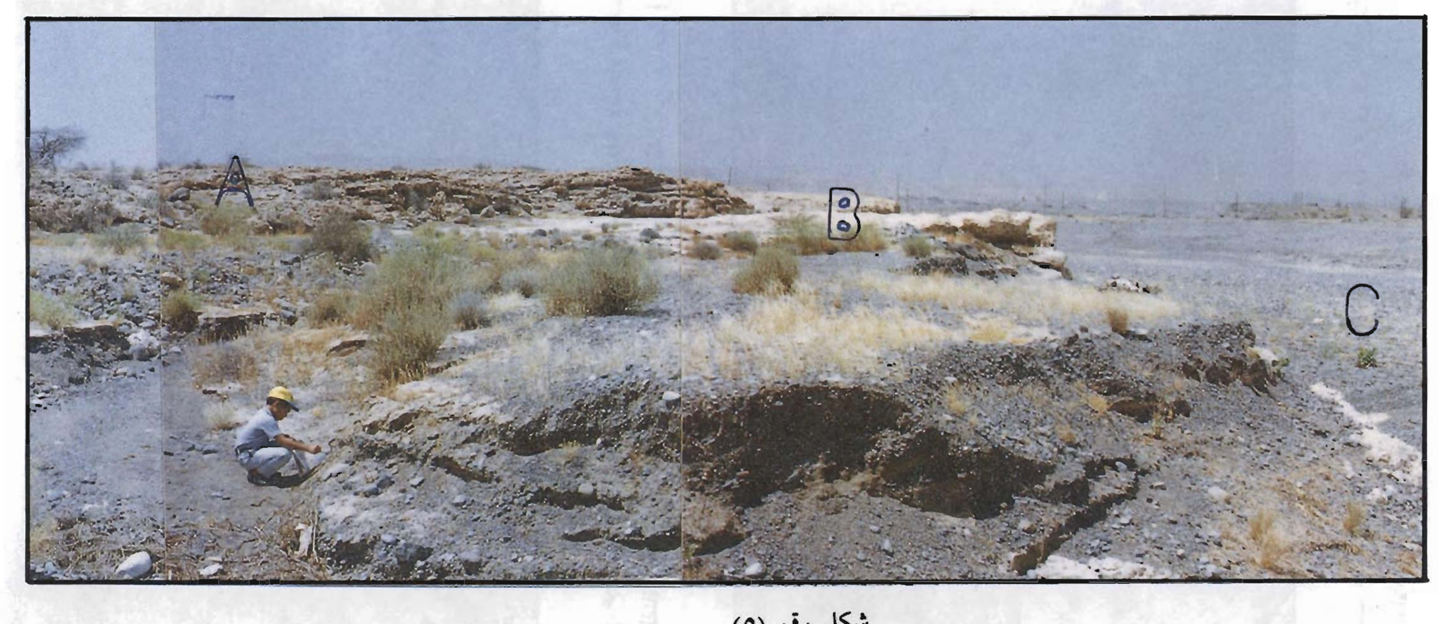
شكل رقم (٤ أ)

صورة توضح مخرج عين «حميم» المتفجرة في أقدام جبل «نخل» بين بلدة «فنجا» وبلدة «بدبد»، ويرى في الصورة القناة المغطاة لنقل مياه العين الى بلدة «حميم» للاستفادة من مياهها في الزراعة والشرب.



شكل رقم (٤ ب)

صورة توضح رواسب «الترافرتين Travertine» عند مخرج عين «حميم» ويرى في الصورة الفجوات التي تشبه الاوعية، ولونها فاتح، ويظهر أيضا مدى تحجرها وصلابتها.



شكل رقم (٥)

بانوراما لقطاع في تكوينات الدلتا المروحية لوادي «سمائل»:

Aأ - الرواسب القديمة لسطح الدلتا.

Bب - طبقة صلبة من الكالكريت أصبحت جزءا من تكوينات الرواسب الفيضية بالمروحة.

Cجـ - الرواسب الحديثة الخشنة التي تفترش قاع فرعي الدلتا، وهي تعكس الفترة الجافة الحالية.



شكل رقم (٦)

بانوراما للمصطبة النهرية في القطاع الاوسط لوادي «سمائل» عند «بدبد» ويرى في الصورة انحدار المصطبة صوب الوادي، ويتضح فيها طبقتين A ، B:

A- يمثل سطح الطبقة الذي يتكون من الحصى والرمل الناعم والطمي والقطع الصخرية من البازالت المنتشرة على السطح.

B- طبقة الكالكريت، ويمكن تمييزها بوضوح في الصورة المأخوذة لها عن قرب في شكل رقم (٢ب).

Soil Survey and Land Classification Project
OMA/87/011

ROUTINE SOIL DESCRIPTION

Author: A.S / N.A — Area: SUR — Date: 25 03 90 — Obs. No: 02 — Photo/Map: 1/100,000 40 NF - 8F

USDA/SCS Family: petrogypsic gypsorthid, loamy skeletal — Series: — Phase: — FAO:

Geomorphology			
Coastal plain		Pediment	
Marine terrace		Pediplain	
Beach ridge			
Tidal flat		Plateau	
		Mesa	
Alluvial plain		Hill	
Flood plain		Hill slope	
Alluvial terrace	✗		
Wadi bed		Mountain	
" bar		Mountain slope	
" channel			
Lacustrine plain		Lava plain	
Sebkha			
Depression		Sand plain	
		Dunefield	
Bajada		Dune	
Alluvial fan		Ridge	
Bellena			
Piedmont slope			

Parent Material				
Mode	Residual		From: Igneous	
	Alluvial	✗	Metamorphic	
	Colluvial		Sedimentary	✗
	Lacustrine		Rock: limestone + chert	
	Marine			
	Aeolian			

Internal Drainage	
Very poor	
Poor	
Mod. good	✗
Good	
Excessive	

Flooding	
None	✗
Rare	
Frequent	
Slight	
Violent	

Land Use	
Fenced	
Not Fenced	
Virgin	✗
Abandoned	
Fallow	
Cultivated	
Land Improv.	
Tree clear.	
Stone gather	
Levelling	

Crop		Age (years)	Yield	Aspect G	MG	P	VP	Irrigation SU	SP	LC
Tree - crops	Date palm									
	Limo									
Fodders	Alfafa									
	Rhodes-grass									
Other										

Erosion: Kind of Feature	Depth cm	Width cm	Distan. ce m	Area %
Sheet				
Rills	< 30			
Gullies	30 - 60			
	60-100			
	>100			
Blowouts	<10			
	10 - 25			
	>25			

Overblown - Overwash	3-10	10-25	25-50	50-100	>100	total
Thickness (cm)						
Area % B						
Area % W						

Runoff	
Ponded	
Slow	✗
Medium	
Rapid	

Micro relief	Mean (cm)	Area %
None		
Hummocks		
Ripples		
Craddles		
Excavation		
Levees		

Vegetation		Area %
Trees - bushes	Prosopis	
	Ziziphus	
	Acacia	
Grasses - herb	Gramineae sp.p.	
	Hal. sp. p.	

Surface stoniness: Size cm	Dom. d cm	Aver. dist. m	Area %
-2			25
2-7.5	3		40
7.5-25	10-15	1-5	15
25-60			
>60			
Total			80

Rokiness	
Max. Height (cm)	
Aver. Distance (m)	
Area %	

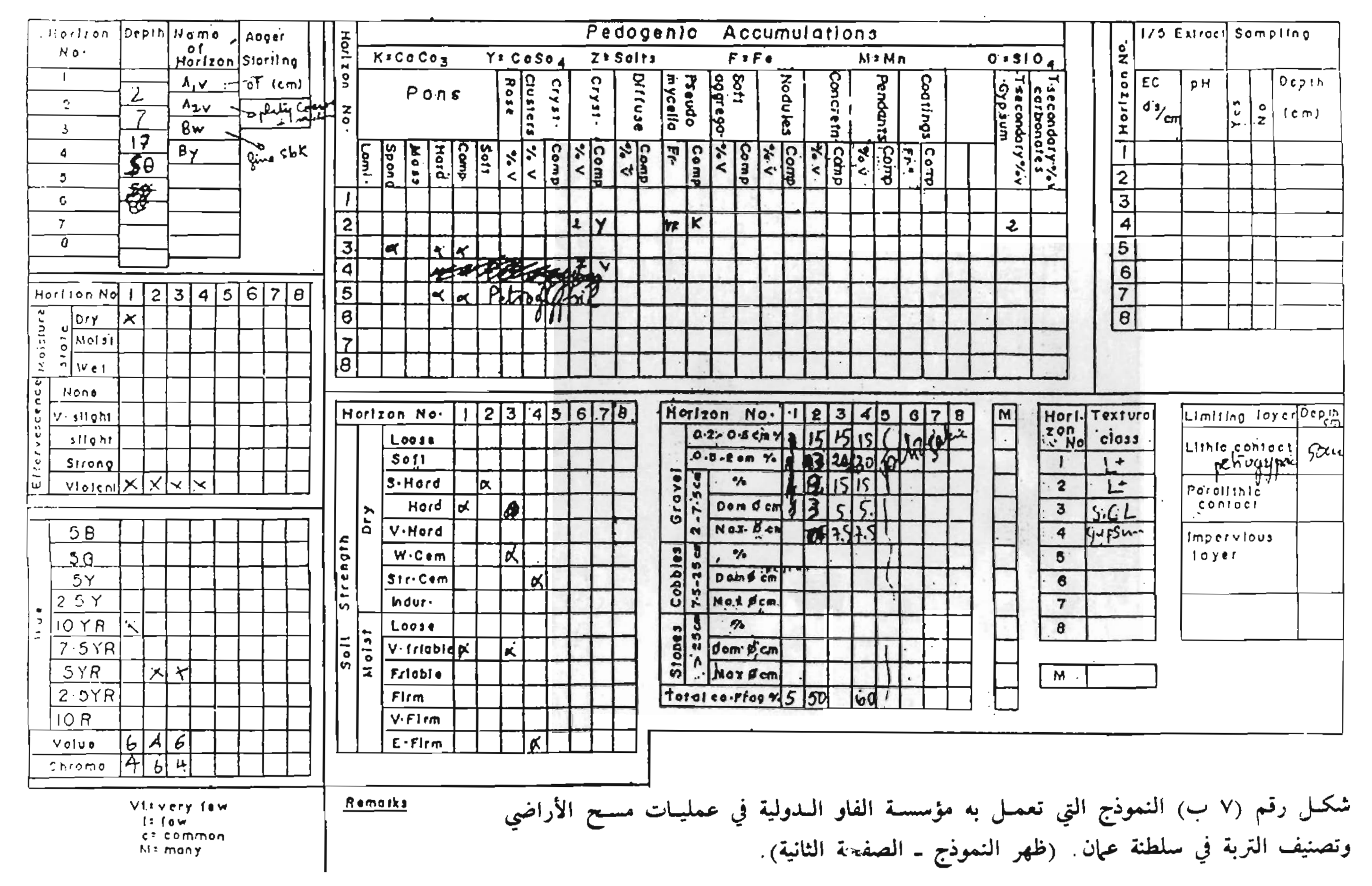
Surface Features	
Soil efflorescences	
Pseudosands	
Takyric crust	
Silt crust	
Veg. crust	✗
Pavement (varn)	✗
Pavement (no varn)	

Topography of surroundings: Simp.	%	Comp.
	0-1	
	1-3	✗
	3-5	
	5-8	
	8-16	
	16-30	
	>30	

Slope characteristics of site: Kind of slop	Grad. %	Shape cx	cv	Ln	Length (m) >8	8-…	…>
Main	1	✗				✗	
To main							

Remarks

شكل رقم (٧أ) النموذج الذي تعمل به مؤسسة الفاو الدولية في عمليات مسح الأراضي وتصنيف التربة في سلطنة عمان. (وجه النموذج - الصفحة الأولى).



Horizon No.	Depth	Name of Horizon	Auger Starting (cm)
1		A_1v	oT (cm)
2	2	A_2v	platy
3	7	Bw	
4	17	By	fine sbk
5	50		
6	[illegible]		
7			
8			

	Horizon No	1	2	3	4	5	6	7	8
Moisture state	Dry	X							
	Moist								
	Wet								
Effervescence	None								
	V. slight								
	slight								
	Strong								
	Violent	X	X	X	X				

		1	2	3	4	5	6	7	8
Hue	5B								
	5G								
	5Y								
	2.5Y								
	10YR	X							
	7.5YR								
	5YR		X	X					
	2.5YR								
	10R								
Value		6	A	6					
Chromo		4	6	4					

V: very few
I: few
c: common
M: many

Pedogenic Accumulations

K: $CaCO_3$ Y: $CaSO_4$ Z: Salts F: Fe M: Mn O: SiO_4

Horizon No.	Pons Lami.	Pons Spond	Pons Mass	Pons Hard	Pons Comp.	Pons Soft	Rose % V	Cryst. Clusters % V	Cryst. Clusters Comp	Cryst. % V	Cryst. Comp	Diffuse % V	Diffuse Comp	Pseudo mycelia Fr.	Pseudo mycelia Comp	Soft aggrega. % V	Soft aggrega. Comp	Nodules % V	Nodules Comp	Concretn. % V	Concretn. Comp	Pendants % V	Pendants Comp	Coatings Fr.	Coatings Comp		T secondary % v Gypsum	T secondary % v carbonates
1																												
2										1	Y			tr	K												2	
3		α		α	α																							
4				[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y																	
5				α	α	Petrogypsic																						
6																												
7																												
8																												

Horizon No.	1/5 Extract EC ds/cm	1/5 Extract pH	Sampling Yes	Sampling No	Sampling Depth (cm)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Soil Strength		Horizon No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Dry		Loose								
		Soft								
		S. Hard		α						
		Hard	α		●					
		V. Hard								
		W. Cem			α					
		Str. Cem				α				
		Indur.								
Moist		Loose								
		V. friable	α		α					
		Friable								
		Firm								
		V. Firm								
		E. Firm				α				

		Horizon No.	1	2	3	4	5	6	7	8	M
		0.2-0.5 cm %	[illegible]	15	15	15	Petrogypsic				
		0.5-2 cm %	[illegible]	23	24	20					
Gravel	2-7.5 cm	%	[illegible]	9	15	15					
		Dom Ø cm	[illegible]	3	5	5					
		Max Ø cm		7.5	7.5	7.5					
Cobbles	7.5-25 cm	%									
		Dom Ø cm									
		Max Ø cm									
Stones	> 25 cm	%									
		Dom Ø cm									
		Max Ø cm									
Total co. frag %			5	50		60					

Horizon No	Textural class
1	L+
2	L+
3	SiCL
4	Gypsum
5	
6	
7	
8	
M	

Limiting layer	Depth cm
Lithic contact petrogypsic	50 cm
Paralithic contact	
Impervious layer	

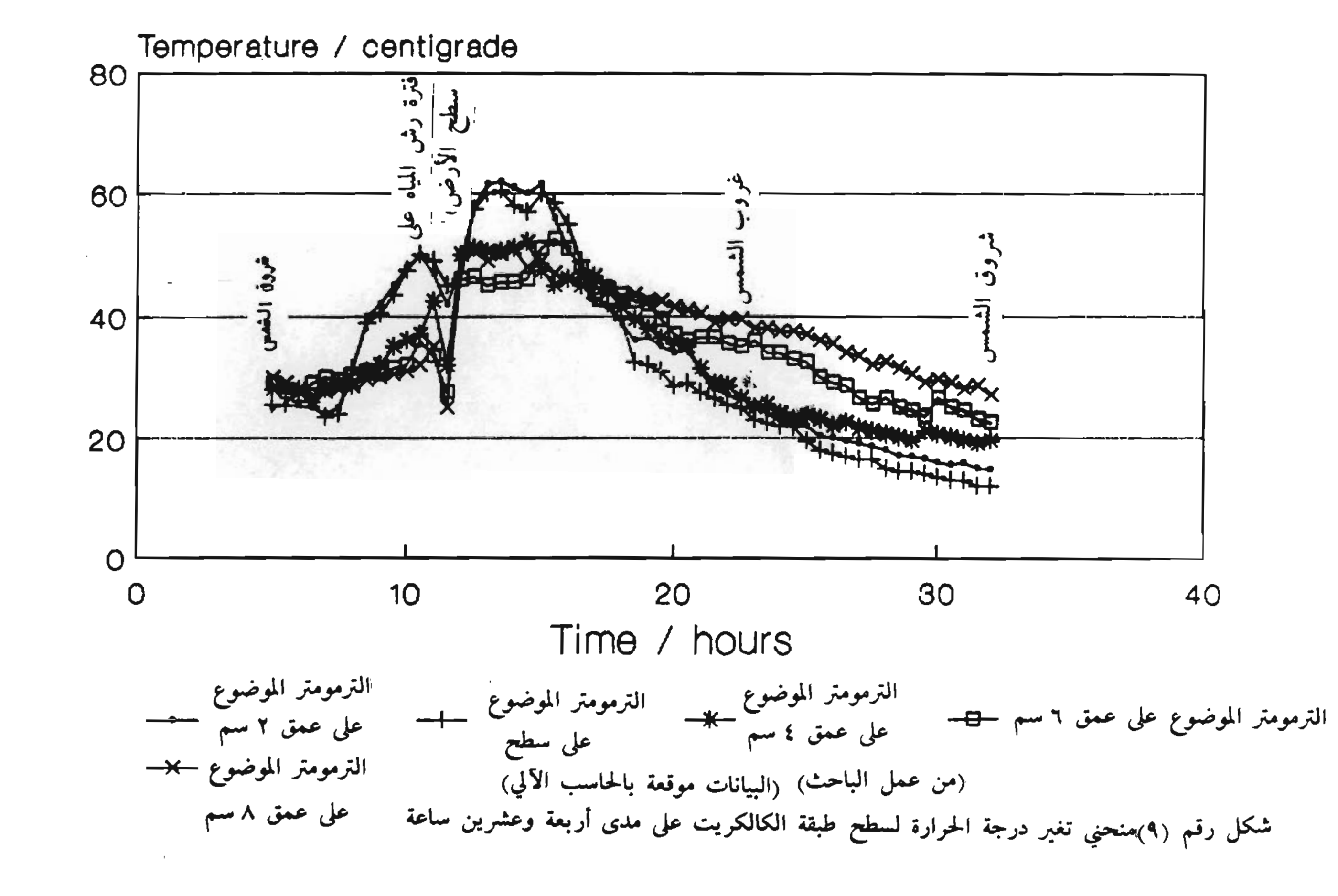
Remarks

شكل رقم (٧ ب) النموذج التي تعمل به مؤسسة الفاو الدولية في عمليات مسح الأراضي وتصنيف التربة في سلطنة عمان. (ظهر النموذج - الصفحة الثانية).



شكل رقم (٨)

صورة تبين كيفية اجراء التجربة تسجيل درجة حرارة طبقة الكاكلريت على مدى أربعة وعشرين ساعة



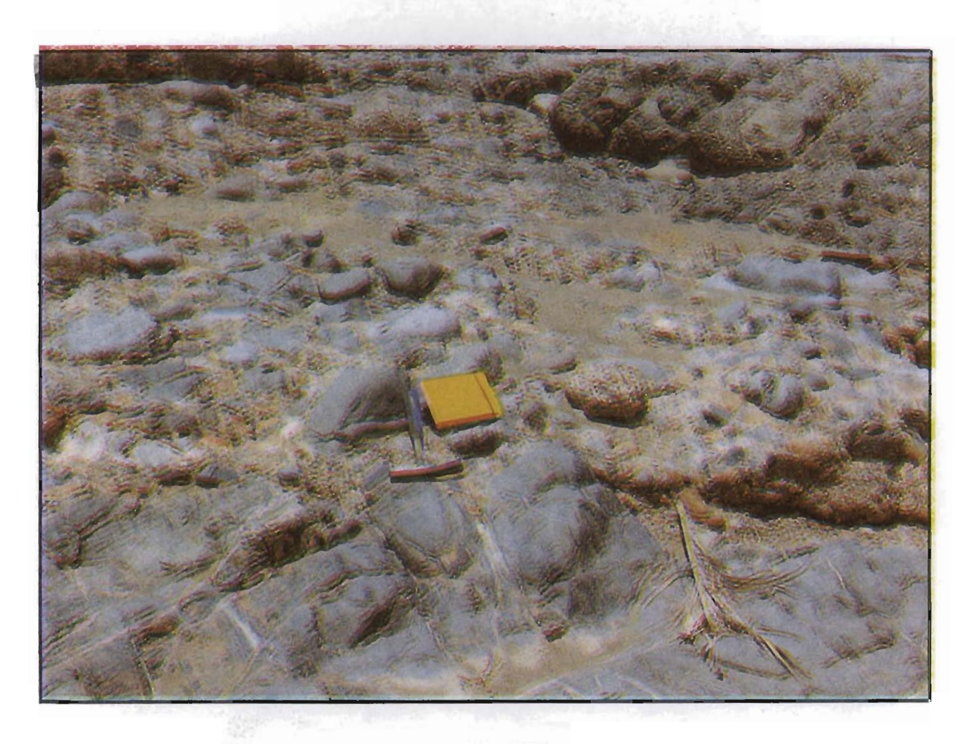
(من عمل الباحث) (البيانات موقعة بالحاسب الآلي)

شكل رقم (٩)منحني تغير درجة الحرارة لسطح طبقة الكالكريت على مدى أربعة وعشرين ساعة



شكل رقم (١٠)

صورة تبين الحطام الصخري الناتج عن عملية تكسير «الحجر الكلسي» Petrocalcic بواسطة عمليات التجوية الميكانيكية عليه، ويصل سمك هذا الحطام نحو عشرة سنتيمترات، ويشير الى ذلك القلم الموضوع في الصورة والذي يركز على سطح طبقة الحجر الكلسي.
(الصورة في القطاع الاوسط لوادي سمائل)



شكل رقم (١١)

صورة توضح عمليات الاذابة المحدودة على القطع الصخرية البازالتية واختلاط المواد المفككة منها بالرمل والطمي الذي يليه الوادي وبعد جفاف المياه بالبحر يترسب الملح في الشوق والفواصل وهي تظهر في الصورة بيضاء في الصخور السوداء اللون.
(الصورة في القطاع الاوسط لوادي سمائل).



شكل رقم (١٢)

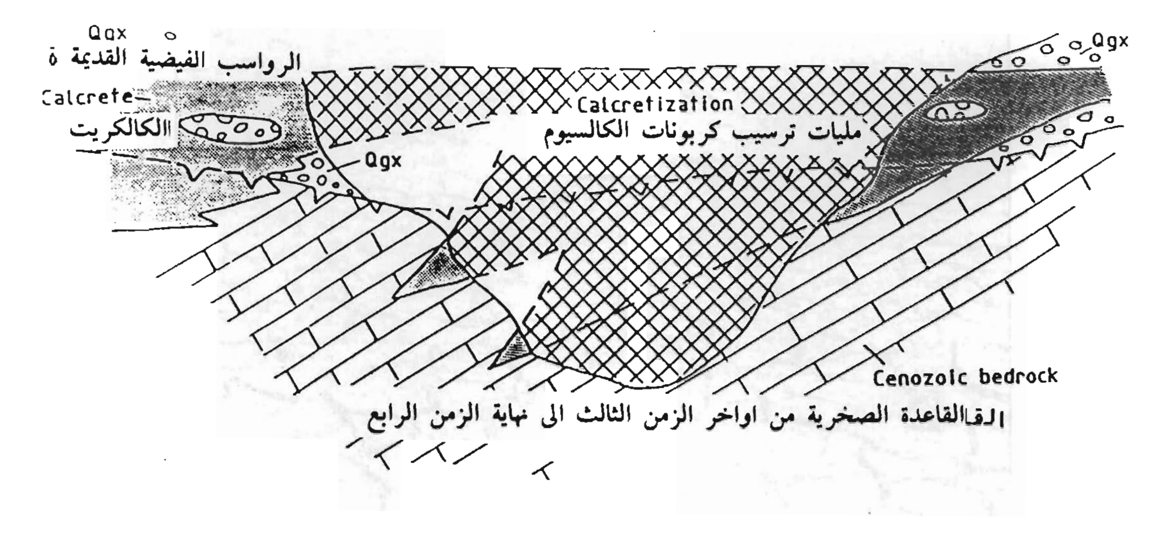
صورة توضح السطح المتآكل لسطح طبقة الحجر الكلسي بواسطة عمليات الاذابة المحدودة ثم ماتلبث ان تتصلب ثانية Case - hardennig ويظهر ذلك في الرقعة البيضاء اللون في الصورة. (الصورة في القطاع الاوسط لوادي سمائل).



شكل رقم (١٣) أ



شكل رقم (١٣) ب



شكل رقم (١٣) جـ

شكل رقم (١٣) ثلاث صور توضح قطاع التربة في الدلتا المروحية لوادي سمائل:

أ - سطح التربة العلوي بعد ان ابتل ثم جف نظرا للبخر السريع، وتتكون هذه الرواسب من الطمي والرمل الناعم والأملاح الذائبة التي هي في الأصل أحد مكونات رواسب الكنجولومرات المنتشرة على سطح الدلتا.

ب - صورة لمكشف قطاع التربة، وقد ظهر نتيجة نحت مياه السيول في جوانب فرعي دلتا وادي سمائل، ويظهر فيها سطح المروحة الذي يتكون من الحصى والرمل الخشن والكنجولومرات ثم تزداد نعومة هذه التكوينات في الطبقة تحت السطحية. ويلي ذلك طبقة الكالكريت وفي تظهر باللون الابيض في الصورة. ثم بعدها طبقة الرواسب القديمة للدلتا المروحية لوادي سمائل.

جـ - قطاع في الرواسب الفيضية بالدلتا المروحية لوادي سمائل، ويوضح العلاقة بين الرواسب القديمة التي جلبها الوادي من نحته المصطاب على جانبي مجرى الوادي ورسبها في الدلتا، وطبقة الكالكريت، والقاعدة الصخرية.

المصدر:

Geological Map of sib, Sheet NF 40-3C, 91986), 1:00,000, Explanatory Notes P. 32, Sultante of Oman, Ministry of petroleum & Minerals.

سلسلة أعداد الدورية لعامي ١٩٩٠-١٩٩٢

١٣٣ - جيمورفولوجية الشروم على الساحل الشرقي للبحر الأحمر (المملكة العربية السعودية)	د. محمد سعيد البارودي
١٣٤ - تطبيق نظم المعلومات الجغرافية (دراسة تحليلية)	د. خالد بن محمد العنقري
١٣٥ - الظروف المناخية بالإحساء. (دراسة جغرافية)	
١٣٦ - الآثار السلبية للهجرة الدولية في مجتمع المواطنين (دراسة حالة لدول مجلس التعاون الخليجي)	د. أمل يوسف العذبي الصباح
١٣٧ - جغرافية النشاط الاقتصادي في البحرين	د. محمود توفيق
١٣٨ - موجات الحر في الأردن خلال الصيف	أ. د. نعمان شحادة
١٣٩ - التنظير في الفكر الجغرافي الحديث	أ. د. محمد علي عمر الفرا
١٤٠ - الجغرافيا والدين	أ. د. عبدالعزيز كامل
١٤١ - العلاقة بين التساقط والجريان السطحي للمياه في وادي سمائل بسلطنة عمان	د. محمود دياب راضي
١٤٢ - ابن حوقل ورحلاته الجغرافية للجناح الغربي من الدولة الإسلامية	د. يوسف بن أحمد حوالة
١٤٣ - شبكة الطرق البرية	د. محمد أحمد الرويثي
١٤٤ - الإناث في قوة العمل (دراسة جغرافية)	د. فاطمة العبدالرزاق
١٤٥ - هجرة العمالة إلى منطقة الخليج وآثار حرب الخليج الأخيرة عليها.	بقلم: جنتر ماير ترجمة: د. محمد سامي أنور
١٤٦ - ثلاثة تصورات عن المصرية القديمة	تأليف: هنري إ. ماك آدم (برنستون) ترجمة: مصطفى العبادي (الكويت)
١٤٧ - الجريان السيلي في أودية إقليم عسير الرئيسية	د. عبدالرحمن سعود عبدالله
١٤٨ - شبكة المدن العمانية الحجم والتباعد (دراسة جغرافية)	د. حمدي الديب

سلسلة اصدارات وحدة البحث والترجمة

١- تقلبات المناخ العالمي	عرض وتعليق: أ.د. محمد صفي الدين أبو العز
٢- محافظة الجهراء	أ.د زين الدين غنيمي
٣- تعدادات السكان في الكويت	د أمل العذبي الصباح
٤- أقاليم الجزيرة العربية بين الكتابات العربية القديمة والدراسات المعاصرة	أ.د عبدالله يوسف الغنيم
٥- أشكال سطح الأرض المتأثرة بالرياح في شبه الجزيرة العربية	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٦- حول تجربة العمل الميداني لطلاب الجغرافيا بجامعة الكويت	أ.د. صلاح الدين بحيري
٧- الاستشعار من بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال الاستخدام الأرضي	أ د. علي علي البنا
٨- البدو والثروة والتغير: دراسة في التنمية الريفية للامارات العربية المتحدة وسلطنة عمان	ترجمة: د. عبد الاله أبو عياش
٩- الدليل البحري عند العرب	حسن صالح شهاب
١٠- بعض مظاهر الجغرافيا التعليمية لمقاطعة مكة المكرمة	د. ناصر عبدالله الصالح
١١- طرق الملاحة التقليدية في الخليج العربي	حسن صالح شهاب
١٢- نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت دراسة جيومورفولوجية	د. عبدالحميد أحمد كليو د. محمد اسماعيل الشيخ
١٣ ــ جغرافية العمران عند ابن خلدون	د. عبدالعال الشامي
١٤ ــ السمات العامة لمراكز الاستيطان الريفية في منطقة الباحة	د محمد محمود السرياني
١٥ ــ جزر فرسان دراسة جيومورفولوجية	د. محمد سعيد البارودي

سلسلة منشورات وحدة البحث والترجمة

١- بيئة الصحاري الدافئة	ترجمة: أ.د. علي علي البنا
٢- الجغرافيا العربية	تعريب وتحقيق: د. عبدالله يوسف الغنيم د. طه محمد جاد
٣- مدن مصر وقراها عند ياقوت الحموي	د. عبدالعال الشامي
٤- العالم الثالث: مشكلات وقضايا	ترجمة: أ.د. حسن طه نجم
٥- التنمية الزراعية في الكويت	أ.د. محمد رشيد الفيل
٦- القات في اليمن: دراسة جغرافية	د. عباس فاضل السعدي
٧- هيدرولوجية الأقاليم الجافة وشبه الجافة	تعريب: د. سعيد أبو سعدة
٨- منتخبات من المصطلحات العربية لأشكال سطح الأرض	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٩- البلدان اليمانية عند ياقوت الحموي	تحقيق القاضي اسماعيل بن علي الأكوع
١٠- المدن الجديدة بين النظرية والتطبيق	د. أحمد حسن ابراهيم
١١- الأبعاد الصحية للتحضر	ترجمة: أ.د. محمد عبدالرحمن الشرنوبي
١٢- التطبيقات الجغرافية للاستشعار من بعد: دليل مراجع	د. صبحي المطوع
١٣- قواعد علم البحر	حسن صالح شهاب
١٤- الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض - الدمام	مشاعل بنت محمد بن سعود آل سعود
١٥- التخطيط الحضري لمدينة الأحمدي وإقليمها الصناعي	د. وليد المنيس د. عبدالله الكندري
١٦- كيف ننقذ العالم	ترجمة: أ.د. علي علي البنا أ.د. زين الدين عبدالمقصود
١٧- أودية حافة جال الزور بالكويت تحليل جيومورفولوجي	د. عبدالحميد كليو
١٨- الألواح الجيولوجية ونظمها التكتونية	ترجمة: أ.د. حسن أبو العينين
١٩- جيومورفولوجية منطقة الخيران جنوب الكويت	د. السيد السيد الحسيني
٢٠- الشوائب في تحقيق كتاب الفوائد في أصول علم البحر والقواعد	تأليف: شهاب الدين أحمد بن ماجد
٢١- التحضر في دول الخليج العربية	د. خالد محمد النعقري
٢٢- جغرافية العالم الثالث	تعريب: د. حسن طه نجم د. مكي محمد عزيز
٢٣- الصور الجوية - دراسة تطبيقية	د. خالد العنقري
٢٤ - جيومورفولوجية منخفض أم الرمم بالكويت	د. عبدالحميد كليو

رسائل جغرافية

دورية علمية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

إشراف

أ. د. عبدالله يوسف الغنيم

هيئة التحرير

الأستاذ إبراهيم محمد الشطي — الأستاذ الدكتور زين الدين عبد المقصود

الدكتور عبد الله رمضان الكندري — الدكتورة فاطمة حسين العبد الرزاق

سكرتيرة التحرير

إقبال الزيد

الجمعية الجغرافية الكويتية

جمعية علمية تهدف إلى النهوض بالدراسات والبحوث الجغرافية
وتوثيق الروابط بين المشتغلين في المجالات الجغرافية في داخل الكويت وخارجها

مجلس الإدارة

إبراهيم محمد الشطي — الرئيس

أ. د. عبدالله يوسف الغنيم — د. أمل يوسف العذبي الصباح

د. غانم سلطان — د. فاطمة حسين العبدالرزاق

محمد سعيد أبو غيث — علي طالب بهبهاني

د. جعفر يعقوب العريان — فيصل عثمان الخيران